10.22092/sppi.2020.122875

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۶، شماره ۱، سال ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

ارزیابی باغی ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب بومی ایران برای تحمل به شانکر قارچی

Field Evaluation of Promising Local Apple Genotypes for Tolerance to Fungal Canker

رعنا دستجردی[۱]، سولماز نادی[۲] و سیما دامیار[۳]

۱. استادیار، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲. کارشناس، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳. پژوهشگر، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۱

چکیده

دستجردی، ر.، نادی، س. و دامیار، س. ۱۳۹۹. ارزیابی باغی ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب بومی ایران برای تحمل به شانکر قارچی. **مجله نهال و بذر ۳۶:** ۵۰ - ۳۳.

در این مطالعه ۱۸ ژنوتیپ امیدبخش سیب بومی ایران به همراه ارقام تجاری گالا، فوجی، رد دلیشز و گلدن دلیشز در ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر کرج از نظر آلودگی به شانکر قارچی برای دو سال باغی (۹۵-۱۳۹۴) مورد ارزیابی قرار گرفتند. مطالعات اولیه در شرایط باغ، حضور جنس‌های *Cytospora* و *Neofusicoccum* را بر روی درختان آلوده به اثبات رساند. نتایج نشان داد میزان حساسیت ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب در برابر شانکر سیتوسپورائی متفاوت بود. بر این اساس ژنوتیپ‌های H1-SH و T51 با میانگین شاخص آلودگی سه در گروه حساس، ژنوتیپB-K-KH به همراه رقم تجاری فوجی در گروه نیمه‌حساس، رقم گلدن دلیشز و ژنوتیپ SBA به ترتیب با میانگین شاخص آلودگی ۱/۷ و یک در گروه حساسیت کم، جای گرفتند. مایه‌کوبی جدایه قارچ *Neofusicoccum* بر روی شاخه‌های بریده‌ی غیرفعال از ارقام امیدبخش سیب ضمن اثبات بیماری‌زائی قارچ، واکنش متفاوت آنها را در برابر بیمارگر نشان داد. در شرایط آلودگی طبیعی، شاخص آلودگی به شانکر دوده‌ای در دامنه‌ای از صفر تا سه (در ژنوتیپ MD-N2) متغیر بود. ژنوتیپ‌های SBA, B-K-KH, ME6, GO-N3 به همراه ارقام تجاری گلدن دلیشز، رد دلیشز و فوجی در گروه نیمه حساس قرار گرفتند. آلودگی همزمان به دو بیمارگر مولد شانکر در پنج ژنوتیپB-K-KH, H1-SH, S-O-G, SBA, T51 و دو رقم تجاری گلدن دلیشز و فوجی مشاهده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط آلودگی طبیعی، می‌توان منابع مطلوبی از مقاومت به بیماری‌ها را در جمعیت‌های بومی سیب ردیابی و از آنها در برنامه‌های به نژادی سیب استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: سیب، ژرم‌پلاسم، شانکر سیتوسپورا، شانکر دوده‌ای، نیمه حساس.

نگارنده مسئول: raana_dastjerdi@yahoo.com تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۵۰۶۲

مقدمه

ایــران از جملــه خاســتگاه‌های ســیب (*Malus pumila* Miller) در جهـان اسـت و گونـه‌ها و ژنوتیپ‌هـای متنـوعی از ایـن گیـاه در کشور وجود دارد. تلاش‌هـای متمرکـزی کـه در طی سالیان متمادی در راستای حفظ و نگهـداری این منابع باارزش ژنتیکی در کشـور انجـام شـده، این گونه را از خطـر انقـراض نجـات داده اسـت. کلکسـیون ژرم‌پلاسـم سـیب بـومی ایسـتگاه تحقیقــات باغبــانی کمال‌شــهر کرج یکــی از مهم‌ترین مجموعه‌های باغبـانی کشـور اسـت کـه بالغ بر ۲۶۰ رقم و ژنوتیپ سیب را در خود جـای داده است.

هر چند مطالعات متعـدد بیـانگر وجـود تنـوع بالا در انـدازه میـوه، شـکل، طعـم، رنـگ، زمـان رسیدگی و غیره در این کلکسـیون می‌باشـد، امـا همچنان سطوح مقاومت یا تحمل این منـابع غنـی ژنتیکــی در برابــر برخــی آفــات و بیماری‌هــا ناشناخته باقی مانده است. شناسائی منابع مقاومـت و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی درختـان میوه و در ترکیب بـا صـفات مطلـوب باغبـانی از قبیل کیفیت میـوه و عملکـرد محصـول، همـواره مورد توجه به‌نژادگران بوده است.

ارقــام بــومی بــا پتانســیل مقــاومتی مختلــف می‌توانند در برنامـه‌های دورگ‌گیـری و اصـلاح رقم با هدف انتقال مقاومت بـه بیمـاری هـا مـورد استفاده قرار گیرند. از سوی دیگـر معرفـی ارقـام جدید سیب کـه حامـل ژن‌هـای مقاومـت پایـدار باشند، می‌تواند باغـداران و تولیدکننـدگان را در کنترل تلفیقـی آفـات و بیماری‌هـا، و متعاقـب آن در تولیـد میـوه سـالم و ارگانیـک یـاری نمایـد (Pereira-Lorenzo *et al*., 2009).

تــــاکنون عوامــــــل خســــــارت‌زای متعــــددی نظیــــر گونــــه‌های مختلــــف قارچ‌هــای جــنس *Nectria, Neonecteria, Neofabraea, Neofusicoccum, Nattrassia, Phomopsis/Diaporthe, Diplodia, Valsa/ Leucostoma/ Cytospora, Eutypa,* *Chondrostereum* و نیــز کمپلکســی از قارچ‌هــای جــنس *Botryosphaeria* (مولــد پوسـیدگی‌های سـیاه و سـفید میـوه)، پوسـیدگی تلخ (Bitter rot)، لکه دوده‌ای (Sooty blotch) و نیز پوسیدگی طوقه و مرگ ناشی از گونـه‌های قارچ‌ماننـد جـنس فیتـوفترا از نقـاط مختلـف دنیـا بــر روی ســیب گــزارش شــده‌اند کــه همــه ســاله خســارات فراوانــی را از نظــر اقتصــادی و محیط زیستی در باغـات بـر جـای می‌گذارنـد (Glawe *et al*., 1983; Kanematsu, 2002; Slippers *et al*., 2007; Sutton *et al*., 2014).

اگرچـه در اکثـر مـوارد امکـان کنتـرل نسـبی عوامل خسارت‌زا از طریق کاربرد مـواد شـیمیائی وجود دارد، اما به منظور کاهش مصـرف سـموم، حفظ محیط زیسـت و تولیـد محصـولی سـالم و ارگانیک، شناسـائی منـابع مقاومـت و اسـتفاده از آن‌هــا در برنامــه‌های کنتــرل تلفیقــی آفــات و بیماری‌های گیاهی از اهمیت ویـژه‌ای برخـوردار است.

عوامــل مولــد شــانکر، بیمارگرهــای قــارچی

نسبتاً ضعیفی هستند که اغلب به درختانی که تحت تنش های مختلف از قبیل خشکی، سرما، زخم، عملیات باغی نامناسب و یا در معرض هجوم آفات و بیمارگرهای مختلف قرار گرفته‌اند، حمله می کنند. شانکر سیتوسپورائی یا بیماری فتیله نارنجی ناشی از گونه‌های مختلف جنس *Cytospora* و تلومورف‌های مرتبط با آنها و نیزسرخشکیدگی و پژمردگی شاخه ناشی از قارچ *Neofusicoccum mangiferae* (Syd. & P. Syd.), عامل شانکر دوده‌ای، به عنوان برخی عوامل مهم سرخشکیدگی، شانکر و مرگ ناگهانی روی دامنه وسیعی از درختان و درختچه‌ها شناسائی و معرفی شده‌اند (Spielman, 1985; Bessho *et al*., 1994; Adams *et al.*, 2005; Hassan *et al*., 2009).

سیتوسپورا یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های سیب در آسیای شرقی است (Uhm and Sohn, 1995; Wang *et al*., 2005; Lee *et al*., 2006; Abe *et al*., 2007). فرم جنسی سیتوسپورا در جنس‌های *Valsa* Fr., *Leucostoma* Höhn, *Valsella* Fuckel, *Valseutypella* Höhn قرار دارد (Adams *et al.*, 2005). بیشتر ارقام گونه‌های مختلف درختان هسته‌دار و دانه‌دار حساس به این بیمارگر می‌باشند، لیکن بیشترین حساسیت درختان به بیماری در دوره خواب آنها گزارش شده است (Pokharel, 2013).

میزان اهمیت و گسترش گونه‌های سیتوسپورا در نقاط مختلف جهان متفاوت است. برای مثال در آلمان گونه *C. persoonii* در درختان آلبالو اهمیت ویژه‌ای دارد، درحالی که در ایالت‌های آنتاریو و نیز در غرب نیویورک *C. cincta* خسارت‌زا است. در باغ‌های میشیگان و شرق نیویورک، قارچ *Leucostoma persoonii* (Nits.) Höhn دارای اهمیت اقتصادی است (Pokharel, 2013). گونه‌ی اخیر در آفریقای جنوبی از درختان سیب با علائم سرخشکیدگی جداسازی و گزارش شده است (Crous *et al.*, 2000). گسترش آلودگی توسط این بیمارگر در درختان سیب کندتر است، با این وجود آلودگی می‌تواند سبب مرگ درختان بالغ و بارده شود. شدت بیماری و نیز گونه‌ی غالب بیمارگر در یک منطقه بسته به شرایط آب و هوائی محل استقرار باغ، متفاوت است (Pokharel, 2013).

در ایران نیز شش گونه‌ی سیتوسپورا متعلق به سه جنس شامل *C. cincta, C. schulzeri, C. leucostoma, C. chrysosperma, Valsa malicola, Leucostoma cinctum* از درختان سیب مبتلا به شانکر در منطقه سمیرم-اصفهان جداسازی و معرفی شده‌اند (Mehrabi *et al*., 2011; Mehrabi *et al*., 2015). گونه *C.schulzeri* به عنوان گونه‌ی غالب از سیب‌کاری‌های سمیرم گزارش شده است.

یافته‌های تحقیقاتی درجات متفاوتی

از حساسیت را در ژنوتیپ‌های بومی و ارقام هلو در برابر گونه‌های *Leucostoma cincta* (Pers. & Fr.) Höhn و *L. persoonii* نشان داده است. ژنوتیپ هلو V681101 به عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ در برنامه‌های به نژادی هلو از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است (Dhanvantari and Dirks, 1983; Miles *et al*., 1989).

بشو و همکاران (Bessho *et al*., 1994)، ارقام و پایه‌های سیب Fuji, Starking Delicious, M26 EMLA, MM106 را حساس به سیتوسپورا معرفی نمودند، در حالی که گونه *Malus sieboldii* در برابر بیماری نیمه مقاوم نشان داده است. گونه‌ی اخیر در تحقیقات انجام شده توسط آبه و همکاران (Abe *et al*., 2007) نیز بالاترین سطح مقاومت به شانکر *Valsa ceratosperma* (Tode ex Fr.) Maire را دارا بود. نتاج ۲۳ خانواده Full-sib مشتق‌شده از هیبریداسیون بین و درون‌گونه‌ای ۱۶ ژنوتیپ مالوس به عنوان والد از نظر مقاومت به *V. ceratosperma* مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج، ماهیت کمی مقاومت را در سه جدایه‌ی مورد آزمایش به اثبات رساند. بعلاوه نتاج حاصل از *M. sieboldii* × *M. domestica* و تلاقی های متقابل آن‌ها از مقاومت بالاتری در برابر قارچ برخوردار بودند (Abe *et al*., 2011).

گونه *Neofusicoccum mangiferae* به‌عنوان یک بیمارگر فرصت‌طلب و مهاجم ثانویه شناخته شده است (English *et al*., 1974; Sadowsky*et al.,* 2007; Jamali and Banihashemi, 2010). عدم مدیریت صحیح باغ و بروز تنش‌های مختلف نظیر گرما و خشکی که سبب ضعف عمومی درختان می‌شود، حمله‌ی قارچ‌های پارازیت اختیاری را در باغ تشدید می‌نماید. در دهه ۱۹۹۰ میلادی بیماری زوال درختان زردآلو ناشی از قارچ عامل شانکر دوده‌ای، سبب نابودی بیش از ۱۲۰۰۰ درخت در تونس شد. در سال‌های اخیر اهمیت بیماری در این کشور افزایش یافته است (Namsi *et al*.,2010). در ایران نیز *N. mangiferae* به‌عنوان یک عامل مخرب و ویرانگر باغات مرکبات در منطقه صفی‌آباد دزفول (Alizadeh *et al*., 2000)، یک تهدید بالقوه برای صنعت مرکبات و گوآوا در مناطق گرم جنوب کشور (Najafiniya, 2016; Mirzaee *et al.* 2002;)، و یکی از عوامل عمده‌ی زوال درختان میوه هسته‌دار شناسایی و معرفی شده است (Irani *et al*., 2003).

اگرچه علائم مختلف ناشی از بیماری‌های قارچی مولد شانکر در شاخه و تنه درختان میوه به‌ویژه در باغات قدیمی سیب در ایران قابل مشاهده است، اما اطلاعات زیادی از مقاومت ارقام و پایه‌های بومی سیب در برابر هر یک از این عوامل وجود ندارد. در این پژوهش ضمن بررسی برخی ازعوامل قارچی مولد شانکر در

کلکسیون سیب بومی ایران، واکنش ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب به عوامل مذکور در شرایط باغی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ردیابی و بررسی علائم و نشانه‌های شانکر قارچی تنه و شاخه در۱۴ ژنوتیپ امیدبخش و چهار ژنوتیپ برتر سیب طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ و در شرایط آلودگی طبیعی باغ انجام شد. این ژنوتیپ‌ها بخش گزینش‌شده‌ای از ژرم پلاسم ارزشمند سیب هستند که در فاصله سال‌های ۸۳-۱۳۸۱ از ۱۶ استان مختلف کشور جمع‌آوری و پس از تکثیر روی پایه بذری، در قالب طرح آگمنتد با سه تکرار با فواصل ۴ ×۳ متر کشت شده‌اند. میانگین سن درختان در زمان شروع یادداشت‌برداری ۱۰-۸ سال بود. ارقام رد دلیشز، گلدن دلیشز، گالا و فوجی به عنوان ارقام تجاری استاندارد در کلکسیون موجود می‌باشند.

به منظور حفظ فرم رویشی درختان مطابق با پتانسیل ژنتیکی آنها، حداقل تربیت و هرس در این باغ انجام شده است. تغییر روش آبیاری از سنتی به قطره‌ای در تابستان ۱۳۹۰ در این باغ صورت گرفت. ارقام و ژنوتیپ‌های موجود در این مجموعه تاکنون از نظر حداقل ۶۰ صفت مختلف اعم از رویشی و زایشی، مقاومت به شرایط مختلف آب و هوائی و نیز برخی از آفات و بیماری‌های کلیدی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند (Damyar *et al*., 2007; Damyar *et al*., 2018).

با شروع فصل رشد در سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ ارزیابی ۱۴ ژنوتیپ امیدبخش و ۴ ژنوتیپ برترموجود در کلکسیون از نظرآلودگی به عوامل قارچی مختلف مولد شانکرآغاز شد. به این منظور، کلیه‌ی علائم ظاهری آلودگی بر روی برگ، سرشاخه‌ها، شاخه‌های جانبی، تنه و طوقه درختان تا پایان مرحله برداشت و پس از آن در پائیز و زمستان در جداولی ثبت شدند.

آلودگی‌ها در مرحله اول براساس علائم ظاهری دسته‌بندی و شناسائی شدند. برای تشخیص عامل بیماری، نمونه‌برداری از بافت آلوده (شاخه‌ها و پوست تنه) انجام شد. برای جداسازی عوامل قارچی، نمونه‌هائی از حاشیه‌ی زخم‌های فعال تهیه و بر روی محیط کشت‌های عمومی سیب‌زمینی- دکستروز آگار (PDA) و عصاره مالت آگار (MEA) کشت شدند. پس از تک‌اسپورکردن جدایه‌های قارچی، شناسائی جدایه‌های خالص‌سازی‌شده براساس ویژگی‌های میکروسکوپی (مثل مورفولوژی اندام‌های غیرجنسی) و نیز خصوصیات ماکروسکوپی (نظیر شکل، رنگ و میزان رشد کلنی و خصوصیات ظاهری قارچ در محیط کشت) تا سطح جنس، انجام گرفت (Crous *et al*., 2006; Mehrabi *et al*., 2011).

میزان حساسیت ارقام و ژنوتیپ‌های سیب در برابر هر یک از عوامل قارچی مولد شانکر، در شرایط باغ تعیین و طبقه‌بندی ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مختلف حساسیت براساس میزان

پژمردگی، تغییر رنگ برگ‌ها، سرخشکیدگی و در نهایت گسترش آلودگی در اندام‌های مختلف درختان و در یک مقیاس پنج امتیازی (جدول۱) انجام شد (Dastjerdi *et al.*, 2018).

درخصوص جدایه‌های جنس *Neofusicoccum* که امکان ساپروفیت‌بودن آنها قوی‌تر است، ارزیابی بیماریزائی بر روی شاخه‌های بریده و غیرفعال ۱۴ ژنوتیپ امیدبخش سیب انجام شد (Mirzaee *et al.*, 2002; Jamali and Banihashemi, 2010). در این آزمایش، ارقام گلدن دلیشز و فوجی به عنوان ارقام تجاری استاندارد در کنار سایر ارقام مایه‌زنی شدند.

برای این کار، در اوائل دی قطعات ۳۰-۲۵ سانتیمتری از بخش مرکزی ساقه‌های در حال خواب تهیه و به آزمایشگاه منتقل شد. پس از ضدعفونی سطحی نمونه‌ها با الکل ۷۰٪، به کمک اسکالپل قطعه‌ای پنج میلی‌متری از پوست ساقه حذف (به گونه‌ای که بافت کامبیوم آشکار شد) و سپس از حاشیه‌ی کشت در حال رشد جدایه قارچ بر روی محیط PDA دیسکی میسیلیومی در محل قرار گرفت. محل مایه‌زنی با پارافیلم مسدود و شاخه بریده‌ها در دیسیکاتور با حرارت ۲۸-۲۵درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵٪ قرار گرفتند. برای هر ژنوتیپ پنج شاخه مایه‌زنی شد. شاخه‌های شاهد نیز با دیسک‌های PDA عاری از قارچ مایه‌زنی شدند. هفت تا ده روز پس از مایه‌زنی، طول و عرض زخم ناشی از آلودگی توسط کولیس دیجیتال ۱۵۰-۰ میلی‌متر (مدل Shoka Gulf) اندازه‌گیری و مساحت شانکر محاسبه شد.

به منظور فراهم‌نمودن شرایط برای بروز و توسعه آلودگی طبیعی در باغ، در سال‌های انجام این مطالعه هیچ گونه حشره کش یا قارچکشی مورد استفاده قرار نگرفت. آبیاری قطعات آزمایشی با روش آبیاری قطره‌ای انجام شد.

جدول ۱- مقیاس ارزیابی شانکر قارچی در باغ

Table 1. Scale for field evaluation of fungal canker

امتیاز آلودگی Infection score	توصیف Description
0 - <1	No infection or less than 5% (wilting and leaf discoloration)- Tolerant آلودگی صفر (بدون علائم قابل رویت) یا کمتر از ۵ درصد (پژمردگی و تغییر رنگ برگ‌ها)- متحمل
1- <2	5-15% infection (dieback and branch infection)- Low susceptible آلودگی بین ۱۵-۵ درصد (سرخشکیدگی و آلودگی شاخه)- حساسیت کم
2- <3	15-35% infection (main limb infection)- Moderately susceptible آلودگی بین ۳۵-۱۵ درصد (آلودگی شاخه‌های اصلی)- نیمه‌حساس
3- <4	35-75% infection (trunk infection)- Susceptible آلودگی بین ۷۵-۳۵ درصد (آلودگی تنه)- حساس
≥4	>75% infection(girdling)- Very susceptible آلودگی بیش از ۷۵ درصد (حلقه‌برداری کامل)- خیلی حساس

سایر عملیات مدیریت باغی مثل کنترل علف‌های هرز، تغذیه و هرس نیز مطابق عرف معمول صورت گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

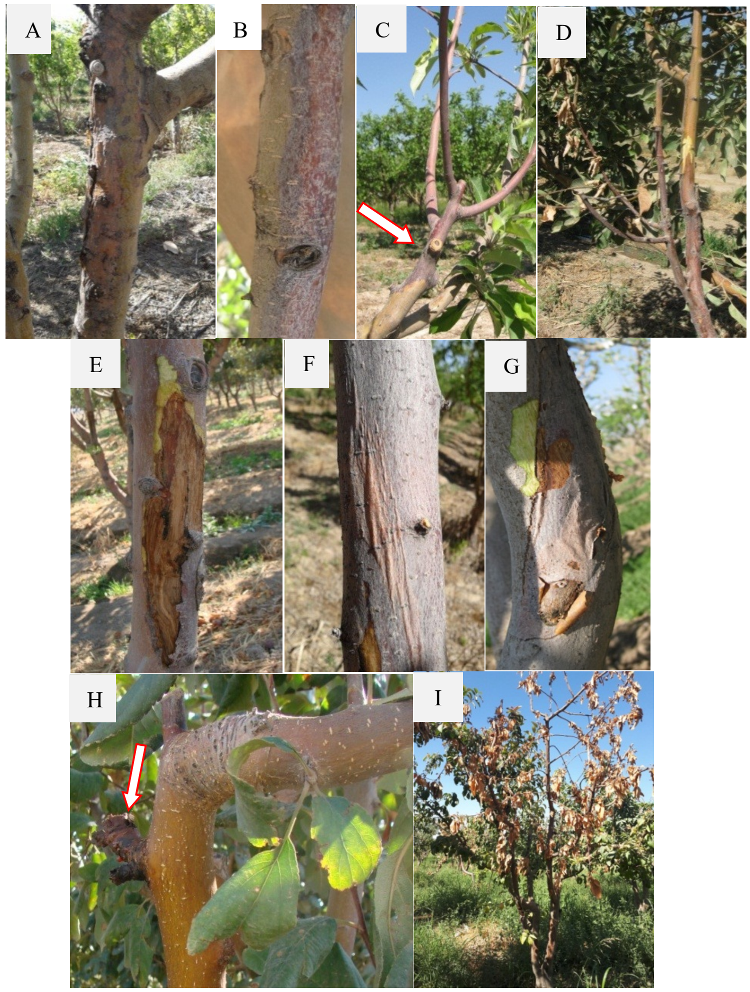
نتایج و بحث

کلکسیون ژرم‌پلاسم سیب بومی ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر- کرج با دارابودن ۲۵۸ ژنوتیپ بومی سیب در سال‌های ۹۳-۱۳۹۱ مورد هجوم قارچ‌های بیماری‌زا و در رأس آن‌ها عوامل مولد شانکر تنه و شاخه قرار گرفت. با توجه به اهمیت این مجموعه ژنتیکی در برنامه‌های به نژادی سیب کشور، مطالعات برای حفظ این ذخائر ارزشمند آغاز شد. آزمایشات تشخیصی اولیه مشتمل بر ردیابی و بررسی نشانه‌های بیماری در باغ، و سپس بررسی ویژگی‌های میکروسکوپی و نیز خصوصیات ماکروسکوپی جدایه‌های خالص‌سازی‌شده، حضور جنس‌های *Cytospora* و *Neofusicoccum* را در درختان آلوده به اثبات رساند.

شانکر سیتوسپورائی: درختان بیمار به راحتی و از طریق مشاهده تغییر رنگ تنه به نارنجی-قرمز در فصول بهار و اوائل تابستان، و نیز پژمردگی و سرخشکیدگی شاخه‌ها قابل شناسائی بودند. در اغلب موارد در درختان آلوده برخلاف هسته‌داران، خروج صمغ مشاهده نشد. پوست درختان در نقاط آلوده، تیره‌تر از نقاط اطراف بوده و ظاهری آب‌سوخته (Water-soaked) داشت. حضور شانکرهای طولی نسبتاً فرورفته و مناطق آب‌گزیده در محل آلودگی از دیگر نشانه‌های تشخیص بیماری بود. حذف پوست سطحی در محل شانکرها و مشاهده تغییر رنگ کامبیوم و پوست داخلی به قرمز-قهوه‌ای حضور قارچ را در بافت تائید نمود.

رشد بیمارگر در پوست زنده‌ی درختان و نیز در بافت‌های چوبی، پیشرفت بیماری و مرگ درخت در محل آلودگی را به‌دنبال داشت. در برخی موارد در اثر وقوع آلودگی در شاخه‌های کوچکتر و یا حمله بیمارگر به تنه اصلی، شانکر دور تا دور محل آلوده را فراگرفته و سبب حلقه‌برداری بافت شده بود. جداشدن پوست مرده درختان به صورت تکه‌های بزرگ، اغلب در محل شانکرهای قدیمی مشاهده شد (شکل ۱). براساس مطالعات تشخیصی در آزمایشگاه، کلنی قارچ روی محیط PDA به رنگ زرد مایل به سبز، دارای میسیلیوم هوائی گسترده (کمی برآمده از سطح محیط کشت)، کنیدی‌های تک‌سلولی بدون دیواره عرضی، و رنگ توده کنیدی قرمز بود.

گونه‌های مختلف جنس *Cytospora* از جمله عوامل خسارت‌زای اقتصادی و محیط زیستی باغات سیب و گلابی در بسیاری از مناطق کشت این محصولات در



شکل ۱- شانکر سیتوسپورا در کلکسیون سیب بومی کمال‌شهر، کرج. (A) تغییر رنگ نارنجی تنه در درختان سیب آلوده به سیتوسپورا- ژنوتیپ SH-CH، (B و C) تغییر رنگ پوست بیرونی و ایجاد شانکرهای طولی- ژنوتیپ H1-SH، (D) سرخشکیدگی شاخه‌های جوان- ژنوتیپ T51، (E) تغییر رنگ پوست داخلی به قرمز-قهوه‌ای و تمایز بافت آلوده و سالم- ژنوتیپ H1-SH، (F و G) ترک‌خوردن پوست درخت در محل آلودگی و جداشدن تکه‌های پوست- ژنوتیپ B-K-KH، (H) حلقه‌برداری شاخه جوان و خروج صمغ-ژنوتیپ SHA-M، (I) مرگ درخت مبتلا به شانکر- ژنوتیپ H-GH.

Fig. 1. Cytospora canker in local apple collection of Kamalshar-Karaj. (A) orange discoloration on trunk of apple trees infected by *Cytospora*- SH-CH genotype, (B and C) outer bark discoloration and producing of elongated cankers- H1-SH genotype, (D) young shoots dieback- T51 genotype, (E) reddish-brown discoloration of inner bark and differentiation of infected and healthy tissues- H1-SH genotype, (F and G) cracking of dead bark and fall off bark pieces- B-K-KH genotype, (H) girdling of young shoots and diffusion of orange resin- SHA-M cultivar, (I) death of infected tree- H-GH genotype.

جهـان می‌باشـند (Sutton *et al.*, 2014; Adams *et al.*, 2005). در ایران نیـز ایـن قـارچ مولـد شـانکر بـوده و خسـارت آن از منـاطق مختلـف سـیب‌کاری گـزارش شـده اسـت (Ershad, 1995). مشـاهدات مـا نشـان داد کـه میـزان حساسـیت ژنوتیپ‌هـا بـه شـانکر سیتوسپورائی در شرایط طبیعی باغ متفاوت بود و امتیاز آلودگی در دامنـه‌ای از صـفر تـا سـه متغیـر بود (جدول ۲).

در بین ۱۸ ژنوتیپ مورد مطالعه، پنج ژنوتیـپ سـطوح مختلفـی از آلـودگی را نشـان دادنـد، در حـالی کـه ۱۳ ژنوتیـپ علائمـی از بیمـاری نداشتند و یا میزان آلودگی در آنها کمتـر از پـنج درصـد بـود. ژنوتیپ‌هـای H1-SH و T51 بـا میـانگین امتیـاز آلـودگی سـه در گـروه حسـاس قرارگرفتنـد. در ایـن گـروه، زخم‌هـای ناشـی از بیماری بخش عمده‌ای از تنه درختان را فراگرفته و خطرحلقـه‌برداری و مـرگ، درختـان جـوان را تهدید می‌کرد. ژنوتیـپ امیـدبخش B-K-KH بـه همراه فوجی در گروه نیمه‌حسـاس، رقـم تجـاری گلـدن دلیشـز و ژنوتیـپ SBA بـه ترتیـب بـا میـانگین امتیـاز آلـودگی ۱/۷ و یـک در گـروه حساسیت کم، قرار گرفتند.

بشـو و همکـاران (Bessho*et al.*, 1994) در بررسـی مقاومـت ارقـام و پایـه‌های سـیب به شانکر سیتوسپورایی در شـرایط گلخانـه، رقـم فوجی را نسبتاً حساس گزارش کردنـد. همچنـین آلودگی باغات سیب رقم گلدن دلیشز بـه عنـوان یکـی از ارقـام غالـب در منـاطق کشـت ایـن محصـول در ایـران، بارهـا گـزارش شـده اسـت (Heidarian and Tadayon-Nejad, 2018; Mehrabi *et al.*, 2011). براساس مشاهدات مـا در شرایط باغ کلکسیون کمال‌شهر کـرج، میـزان بیماری در ارقام تجاری گـالا و رد دلیشـز بسـیار اندک، با امتیـاز آلـودگی صـفر یـا کمتـر از پـنج درصد (مقیاس آلودگی با کد صفر) تعیین شد.

براساس بررسی‌های انجام‌شـده در بزرگتـرین کلکسیون سیب بومی ایران در بـین ۲۵۸ ژنوتیـپ موجود، ۳۴ ژنوتیپ سطوح مختلفـی از آلـودگی به شانکر سیتوسـپورائی را در شـرایط طبیعـی بـاغ نشـان دادنـد (داده‌هـا ارائـه نشـده اسـت). ایـن موضوع بیانگر آن است که در شـرایط آلـودگی طبیعی، می‌تـوان منـابع مطلـوبی از مقاومـت را در جمعیت‌های بومی سیب ردیابی نمـود. ایـن منـابع ارزشمند می‌توانند در پروژه‌های بـه‌نـژادی سـیب مورد استفاده به‌نژادگران قرار گیرند. با توجـه بـه استقرار ژنوتیپ‌های سیب مـورد اسـتفاده در ایـن پژوهش بر روی پایه بـذری و احتمـال تـاثیر نـوع پایـه بـر سـطح مقاومـت گیـاه، ارزیـابی واکـنش ژنوتیپ‌هـا در برابـر بیمـارگر و در ترکیـب بـا پایه‌های رویشی استاندارد ضرورت دارد.

براساس مطالعات مختلف عدم توازن عناصـر غذائی در باغ، تنش خشکی، زخم‌های مکـانیکی ناشـی از هـرس و سـرما، یخبنـدان‌های دیـررس بهاره و آفتاب‌سوختگی از جملـه عـواملی هسـتند که درختان را مسـتعد حملـه‌ی قـارچ سیتوسـپورا می‌کنند (Pokharel, 2013). در مطالعه حاضـر، خسارت آفتاب‌سـوختگی بـه خصـوص در ضـلع

جدول ۲- لیست ژنوتیپ‌های امیدبخش و برتر سیب بومی مورد مطالعه و میانگین آلودگی به شانکر قارچی در شرایط باغ

Table 2. List of studied promising and superior local apple genotypes and mean of infection scores for fungal canker under field conditions

ژنوتیپ Genotype	Location	محل جمع‌آوری	زمان رسیدن[1] Ripening time[1]	میانگین امتیاز آلودگی[۲] Mean of infection score[2]: سیتوسپورا Cytospora canker	شانکر دوده‌ای Sooty canker
SBA	Esfehan	اصفهان	LR	1.0	2.0
SSB	Esfehan	اصفهان	MR	0.0	0.0
MN10	Hamedan	همدان	MR	0.0	0.0
MN8	Hamedan	همدان	MR	0.0	0.3
B-K-KH	Alborz	البرز	LR	2.7	2.0
T51[3]	Alborz	البرز	MR	3.0	1.7
T5	Alborz	البرز	LR	0.0	0.0
T-R1	Markazi	مرکزی	LR	0.0	1.3
KH2	Markazi	مرکزی	ER	0.0	0.0
S-O-G	Mazandaran	مازندران	ER	0.7	1.3
DO-P-SH	Chaharmahal and Bakhtiari	چهارمحال و بختیاری	MR	0.0	2.7
ME6	Ardebil	اردبیل	MR	0.0	2.3
ZN9	Zanjan	زنجان	ER	0.0	0.0
SH12	Semnan	سمنان	ER	0.0	0.0
MD-N2	Tehran	تهران	MR	0.0	3.0
GO-N3	Tehran	تهران	ER	0.0	2.0
H1-SH	Tehran	تهران	ER	3.0	1.7
DI-M	West Azarbayjan	آذربایجان غربی	LR	0.0	0.0
Golden Delicious	West Azarbayjan	آذربایجان غربی	LR	1.7	2.7
Red Delicious	West Azarbayjan	آذربایجان غربی	LR	0.0	2.3
Gala	Tehran	تهران	MR	0.0	1.7
Fuji	Tehran	تهران	LR	2.3	2.0

1- Late ripening (LR), Early ripening (ER), Medium ripening (MR).

۱- دیررس (LR)، زودرس (ER)، میان‌رس (MR).

۲- امتیاز آلودگی: آلودگی صفر یا کمتر از پنج درصد، پژمردگی یا تغییررنگ برگ‌ها (۱> -۰)؛ آلودگی بین ۱۵-۵ درصد، سرخشکیدگی و آلودگی شاخه (۲> -۱)؛ آلودگی بین ۳۵-۱۵درصد، حمله به شاخه اصلی (۳> -۲)؛ آلودگی بین ۷۵-۳۵ درصد، آلودگی تنه (۴> -۳)؛ آلودگی بیش از ۷۵ درصد، حلقه‌برداری (۴ ≤).

2- Infection score:No infection or less than 5%, wilting and leaf discoloration (0- <1); 5-15% infection, dieback and branch infection (1- <2); 15-35% infection main limb infection (2- <3); 35-75% infection, trunk infection (3- <4); >75% infection, girdling (≥4).

3- Superior genotypes are in bold.

۳- ژنوتیپ‌های برتر بصورت بولد نمایش داده شده‌اند.

جنوب‌غربی درختان آلوده کاملاً محرز و در برخی موارد شدید بود.

به نظر می‌رسد تغییر روش آبیاری از سنتی به قطره‌ای در سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ و بالا بودن pH خاک نیز سبب ضعف عمومی درختان شده و شانس آنها را برای احتمال حمله‌ی بیمارگرهای قارچی مولد شانکر افزایش داده است. حیدریان و تدین‌نژاد (Heidarian and Tadayon-Nejad, 2018) در تحقیقات خود نشان دادند که ۶۲ درصد باغات سیب آلوده به شانکرسیتوسپورایی در منطقه سمیرم به شدت دچار کمبود کلسیم و پتاسیم بودند. آنها زیادی نیتروژن را در خاک درختان آلوده، دلیلی بر افزایش حمله‌ی قارچ بیمارگر ذکر کردند.

شانکر دوده‌ای: اگرچه قارچ *Neofusicoccum* به‌ندرت در باغات سیب سبب ایجاد خسارت اقتصادی می‌شود، اما مشاهدات و داده‌های ما در کلکسیون سیب بومی ایران، حضور قارچ را بر روی ۹۷ ژنوتیپ از مجموع ۲۵۸ ژنوتیپ با سن ۹-۸ سال نشان داده است (Dastjerdi *et al.*, 2018). نشانه‌های اولیه‌ی آلودگی عموماً با پژمردگی برگ‌ها، ظهور مناطق خیس‌خورده و تغییر رنگ قرمز-قهوه‌ای بر روی شاخه قابل شناسائی بود. با گسترش بیماری، پوست ناحیه آلوده ترک‌خورده و ضمن ایجاد شانکر، علائم سرخشکیدگی در شاخه‌ها نمایان شد. ورقه‌ورقه شدن لایه بیرونی پوست در درختان آلوده، یکی دیگر از ویژگی‌های بارز بیماری است. تغییر رنگ خاکستری تیره یا قهوه‌ای در چوب و گسترش علائم به سمت مرکز، حاکی از حمله‌ی عامل بیماری به ناحیه کامبیوم آوندی می‌باشد.

با حذف پوست سطحی (اپیدرم) در ناحیه آسیب‌دیده، توده‌ای از اسپورهای سیاه و دوده‌ای قارچ (آرتروکنیدی‌ها) قابل مشاهده بود. وجود این هاگ‌های سیاه‌رنگ، از نشانه‌های متمایزکننده بیماری محسوب می‌شود. ضعف شدید، شکستگی شاخه‌ها، کاهش عملکرد، زوال و از بین رفتن تمام یا بخشی از درخت از پیامدهای حضور این بیمارگر در باغ است. اگرچه ممکن است از زمان آلودگی تا مرگ درختان چندین سال طول بکشد، اما در صورت آلودگی شدید درخت طی ۳-۲ فصل باغی از بین می‌رود. در مطالعات تشخیصی آزمایشگاهی، کلنی قارچ روی محیط PDA به رنگ زیتونی تیره، میسیلیوم هوائی سطحی دارای دیواره عرضی که به تدریج به رنگ تیره تغییر رنگ می‌یابد، و زنجیره‌ای از اسپورهای ۲-۱ سلولی قابل مشاهده بود.

براساس داده‌های جمع‌آوری‌شده، در میان ۱۸ ژنوتیپ مورد مطالعه هشت ژنوتیپ نشانه‌ای از آلودگی به قارچ عامل شانکر دوده‌ای را نشان ندادند و یا میزان گسترش آلودگی در آنها کمتر از پنج درصد بود (جدول ۲). آلودگی ۷۵-۳۵ درصد تنه اصلی درختان در هر سه تکرار مربوط

به ژنوتیپ MD-N2، و در دو درخت از ژنوتیپ DO-P-SH بیانگر حساسیت بالای این ژنوتیپ‌ها به قارچ عامل بیماری در شرایط محیطی کرج می‌باشد.

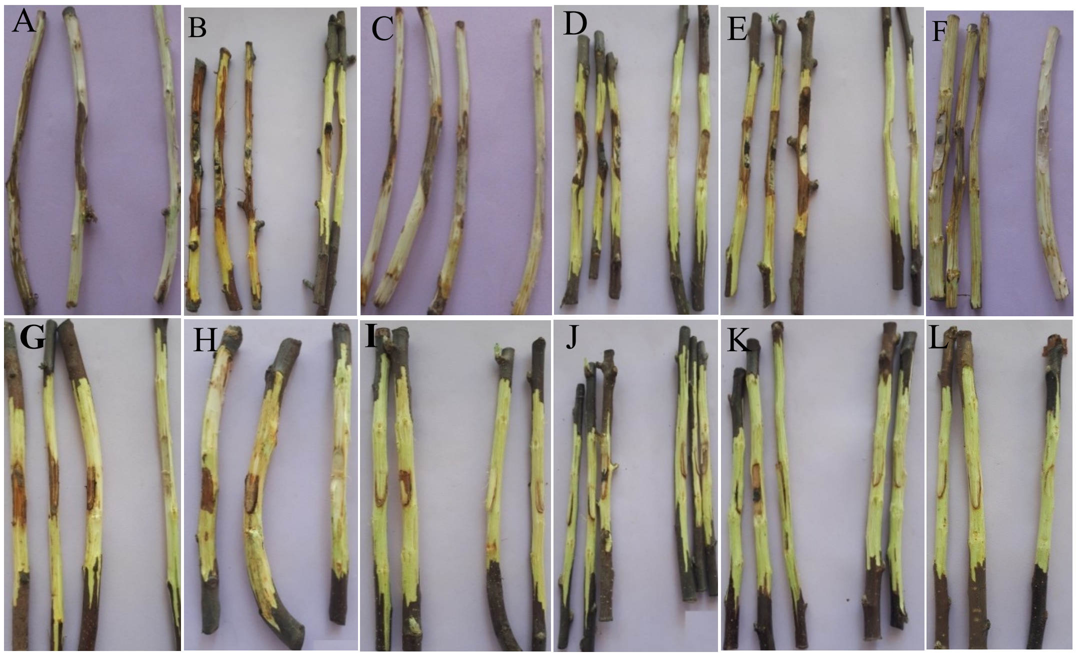
میانگین شاخص آلودگی در ارقام تجاری گلدن دلیشز، رد دلیشز و فوجی به ترتیب ۲/۷، ۲/۳ و ۲/۰ بود و بنابراین ارقام مذکور به همراه ژنوتیپ‌های SBA, B-K-KH, ME6, GO-N3 در گروه نیمه‌حساس طبقه‌بندی شدند. ژنوتیپ‌های T51, T-R1, S-O-G, H1-SH به همراه رقم گالا با دارا بودن امتیاز آلودگی در دامنه‌ی ۳-۲، در گروه حساسیت کم قرار گرفتند. آلودگی همزمان به دو بیمارگر مولد شانکر (*Neofusicoccum* و *Cytospora*) در پنج ژنوتیپ B-K-KH, H1-SH, S-O-G, SBA, T51 و دو رقم تجاری گلدن دلیشز و فوجی نیز ردیابی شد (جدول ۲).

مایه‌زنی جدایه K11 قارچ *Neofusicoccum* (جداسازی شده از ژنوتیپ امیدبخش H1-SH) در شرایط آزمایشگاهی بر روی شاخه‌های بریده ۱۴ ژنوتیپ امیدبخش سیب ضمن اثبات بیماری‌زائی آن، واکنش های متفاوت ژنوتیپ‌ها را در برابر این بیمارگر نشان داد (شکل ۲). علائم اولیه در بافت آلوده به صورت تغییر رنگ قرمز- قهوه‌ای و ایجاد شانکر مشاهده شد. با گذشت زمان، پودر سیاه رنگ آرتروکنیدیومی قارچ بر روی زخم‌ها تشکیل شد. شاخه‌بریده‌های شاهد، علائمی از آلودگی را نشان ندادند.

بیشترین مساحت آلودگی مربوط به ژنوتیپ‌های ME6 و GO-N3 و کمترین مساحت زخم در ژنوتیپ‌های MN8, SSB, SBA و DO-P-SH ثبت شد (جدول ۳). رقم گلدن‌دلیشز با مساحت زخم ۱۴۷/۷۳ میلی‌متر مربع نیمه‌حساس و رقم فوجی با میانگین مساحت آلودگی ۷۷/۲ میلی‌متر مربع ازحساسیت کم برخوردار بودند. ژنوتیپ‌های T5، MN10، KH2 و SSB که در شرایط طبیعی باغ نشانه‌ای از آلودگی به این قارچ را نداشتند، و در مایه‌زنی مصنوعی در آزمایشگاه نیز مساحت زخم کمی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. جداسازی بیمارگر از برخی شاخه‌های مایه‌زنی‌شده نشان داد که قارچ *Neofusicoccum* عامل کلونیزاسیون، ایجاد شانکر و بروز علائم در آنها بود.

آلودگی ۳۷/۶ درصد از ژرم‌پلاسم موجود در کلکسیون سیب بومی ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر-کرج با قارچ عامل شانکر دوده‌ای (Dastjerdi *et al*., 2018)، خطر احتمال سازگاری تدریجی آن به‌عنوان یک بیمارگر مولد شانکر که تاکنون برای سیب در منطقه کرج مشکل مهمی نبوده است را تقویت می‌کند. گزارشات نشان می‌دهد این قارچ به عنوان پارازیت زخم، می‌تواند سبب پژمردگی و شانکر در میزبان‌های مختلف شود (Natour and El-Haideri, 1967; Mirzaee *et al*., 2002). آب و هوای گرم و

آفتابی و نیز خسارت ناشی از آفتاب‌سوختگی در تنه درختان، آنها را در برابر حمله قارچ مستعد می‌سازد (Jayasinghe and Silva., 1994; Mirzaee*et al.*, 2002).



شکل۲- ارزیابی بیماریزائی *Neofusicoccum* روی شاخه‌های غیرفعال و دو ساله‌ی تعدادی از ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب و بررسی واکنش آنها هفت روز پس از مایه‌زنی در شرایط آزمایشگاه. A: رقم گلدن دلیشز، B: ژنوتیپ ME6، C: ژنوتیپ H1-SH، D: ژنوتیپ T-R1، E: ژنوتیپ MD-N2، F: ژنوتیپ MN10، G: ژنوتیپT5، H: ژنوتیپB-K-KH، I: ژنوتیپDO-P-SH، J: ژنوتیپSBA، K: ژنوتیپMN8، L: ژنوتیپSSB. شاخه سمت راست در هر تصویر، شاهد می‌باشد.

Fig. 2. Pathogenicity test of *Neofusicoccum*on on two year-old inactive twigs of some promising apple genotypes and their reaction seven days after inoculation under laboratory conditions. A: cv.Golden Delicious, B: ME6, C: H1-SH, D: T-R1, E: MD-N2, F: MN10, G: T5, H: B-K-KH, I: DO-P-SH, J: SBA, K: MN8, L: SSB, genotypes. Right twig in each photo is control.

در سال‌های اخیر خشکسالی، افزایش میانگین درجه حرارت و گرمای تابستان، و در نتیجه آن افزایش خسارت آفتاب‌سوختگی، تغییر در عملیات باغی کلکسیون سیب بومی کشور، همچنین تغییر روش آبیاری در مجموعه فوق‌الذکر (از غرقابی به قطره‌ای)،

جدول ۳-مقایسه میانگین مساحت آلودگی ناشی از قارچ *Neofusicoccum* در ژنوتیپ‌های امیدبخش سیب (آزمایشگاه)

Table 3. Mean comparison of infection area caused by *Neofusicoccum* in promising apple genotypes (Laboratory)

ژنوتیپ Genotype	مساحت آلودگی (میلی‌متر مربع) Infected area (mm^2)
ME6	425.57a
GO-N3	302.83b
H1-SH	248.00bc
T-R1	209.33bcd
MD-N2	205.07bcd
S-O-G	167.73cde
Golden Delicious	147.73cdef
KH2	116.00defg
Fuji	77.20efg
MN10	66.33efg
T5	49.53efg
B-K-KH	43.50gf
DO-P-SH	23.17g
SBA	10.67g
SSB	10.20g
MN8	6.33g

میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means followe by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

خسارت آفات و احتمالاً زخم‌های ناشی از هرس، سبب ضعف، دگرگون‌شدن میکروکلیمای داخل تاج درختان و به دنبال آن افزایش فعالیت قارچ و ایجاد خسارت در درختان در کلکسیون سیب بومی کشور شده است.

کنترل موفق شانکر قارچی درختان سیب به‌ویژه سیتوسپورا به دلیل نفوذ بیمارگر در بافت چوبی و آبکش (Abe *et al.*, 2007)، با تیمارهای شیمیائی و عملیات باغی امکان‌پذیر نمی‌باشد (Chang *et al.*, 1991). ایجاد مقاومت میزبان در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده و استفاده از این منابع مقاومت در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات و بیماری‌ها، امروزه روشی امیدبخش برای دستیابی به تولید محصول با حداقل کاربرد آفت‌کش‌ها است. به‌کارگیری منابع مقاومت به‌خصوص برای مدیریت آندسته از آفات و بیماری‌هائی که امکان کنترل شیمیائی آنها محدود و یا با اعمال روش‌های به‌باغی دشوار است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در همین راستا، استفاده از ذخایر ژنتیکی موجود و نگهداری و پایداری استفاده از

این منابع ارزشمند برای تولید بیشتر غذا با تاکید بر افزایش کیفیت محصول، امری اجتناب‌ناپذیر است. این موضوع به عنوان یکی از فعالیت‌های بین‌المللی معاهده تنوع زیستی (Convention on Biological Diversity) همواره مورد توجه قرار گرفته است (Kellerhals *et al*., 2012).

سیب از جمله محصولاتی است که خوشبختانه گونه‌ها و ژنوتیپ‌های بومی متعددی از آن در ایران وجود دارد. جمع‌آوری اطلاعاتی در خصوص میزان تحمل این ژنوتیپ‌های بومی در برابر آفات و بیماری‌های مهم، ضمن تکمیل شناسنامه این ارقام، منجر به استفاده از این ذخایر ژنتیکی ارزشمند برای تولید ارقام متحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده و نهایتاً تولید محصولی اقتصادی، سالم و باکیفیت مطلوب خواهد شد. نتایج این پژوهش نیز موید آنست که منبع مهمی از ژن‌های مقاومت به بیماری شانکر قارچی در ارقام و ژنوتیپ‌های بومی سیب وجود دارد که می‌تواند در برنامه‌های به نژادی آینده مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

نگارندگان از مدیریت پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری و مسئولین و کارکنان ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال شهر کرج که اجرای این پژوهش را پشتیبانی کردند سپاسگزاری می کنند.

References

Abe, K., Kotoda, N., Kato, H., and Soejima, J. 2007. Resistance sources to *Valsa* canker (*Valsa ceratosperma*) in a germplasm collection of diverse *Malus* species. Plant Breeding 126: 449-453.

Abe, K., Kotoda, N., Kato, H., and Soejima, J. 2011. Genetic studies on resistance to *Valsa* canker in apple: genetic variance and breeding values estimated from intra-and inter-specific hybrid progeny populations. Tree Genetics and Genomes 7: 363-372.

Adams, G. C., Wingfield, M. J., Common, R., and Roux, J. 2005. Phylogenetic relationships and morphology of *Cytospora* species and related teleomorphs (Ascomycota, Diaporthales, Valsaceae) from Eucalyptus. Studies in Mycology 52: 1-149.

Alizadeh, A., Heidarian, A., and Farrokhi-Nejad, R. 2000. Citrus branch wilt, decline and death caused by *Nattrassia mangiferae* and its other hosts in Khuzestan province. Iranian Journal of Plant Pathology 36: 77-98 (in Persian).

Bessho, H., Tsuchiya, S., and Soejima, J. 1994. Screening methods of apple trees for

resistance to *Valsa* canker. Euphytica 77: 15-18.

Chang, L. S., Iezzoni, A., Adams, G. C., and Ewers, F. 1991. Hydraulic conductivity in susceptible versus tolerant peach seedlings infected with *Leucostoma persoonii*. Journal of the American Society for Horticultural Science 116: 831-834.

Crous, P. W., Phillips, A. J. L., and Baxter, A. P. 2000. Phytopathogenic fungi from South Africa. University of Stellenbosch Press. 546 pp.

Crous, P. W., Slippers, B., Wingfield, M. J., Rheeder, J., Marasas, W. F.O., Philips, A. J. L., Burgess, T., Barber, P., and Groenewald, J. Z. 2006. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. Studies in Mycology 55: 235-253.

Damyar, S., Hassani, D., and Dastjerdi, R. 2018. Thirteen years collection and evaluation of local apple germplasm in Iran. Acta Horticulturae 1190: 35-40.

Damyar, S., Hassani, D., Dastjerdi, R., Hajnajari, H., Zeinanloo, A. A., and Fallahi, E. 2007. Evaluation of Iranian native apple cultivars and genotypes. Journal of Food, Agriculture and Environment 5: 207-211.

Dastjerdi, R., Nadi, S., and Damyar, S. 2018. Sooty canker of fruit trees in Iran. Plant Pathology Science 7: 15-27 (in Persian).

Dhanvantari, B. N., and Dirks, V. A. 1983. An evaluation of peach cultivars and selections for resistance to *Leucostoma cincta.* Canadian Journal of Plant Science 63: 307-310.

English, H., Davis, J. R., and DeVay, J. E. 1974. Relationship of *Botryosphaeria dothidea* and *Hendersonula toruloidea* to a canker disease of almond. Phytopathology 65: 114-122.

Ershad, J. 1995. Fungi of Iran. 2nd edition. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publication. Tehran, Iran. 874 pp.

Glawe, D. A., Dilley, M. A., and Moller, W. J. 1983. Isolation and identification of *Eutypa armeniacae* from *Malus domestica* in Washington State. Mycotaxon 18: 315-318.

Hassan, W. A., Pasha, A. A., and Mohammad, M. B. 2009. Sooty canker on some thin bark trees caused by *Nattrassia mangiferae*. Egyption Journal of Agricultural Research 87: 443-456.

Heidarian, A., and Tadayon-Nejad, M. 2018. Nutritional effects of apple trees on *Cytospora* canker severity (*Cytospora cincta*) in Semirom orchards. Entomology and

Phytopathology 86: 13-28 (in Persian).

Irani, H., Kumarse, SH., Ommati, F., and Ershad, D. 2003. Etiological study of stone fruit dieback and decline in west Azarbaijan, Semnan and Kerman provinces. Iranian Journal of Plant Pathology 39: 57-72 (in Persian).

Jamali, S., and Banihashemi, Z. 2010. The pathological and physiological study of *Nattrassia mangiferae* the cause of shade trees decline in Shiraz city. Iranian Journal of Plant Pathology 46: 105-109 (in Persian).

Jayasinghe, C. K., and Silva, W. P. K. 1994. Foot canker and sudden wilt of *Hevea brassiliensis* associated with *Nattrassia mangiferae*. Plant Pathology 43: 938–940.

Kanematsu, S. 2002. Variation in Japanese isolates of *Phomopsis* from fruit trees and their phylogenetic and taxonomic studies. Journal of General Plant Pathology 68: 263-263.

Kellerhals, M., Szalatnay, D., Hunziker, K., Duffy, B., Nybom, H., Ahmadi-Afzadi, M., Hoefer, M., Richter, K., and Lateur, M. 2012. European pome fruit genetic resources evaluated for disease resistance. Trees 26: 179-189.

Lee, D. H., Lee, S. W., Chi, K. H., Kim, D. A., and Uhm, J. Y. 2006. Survey on the occurrence of apple disease in Korea from 1992 to 2000. Journal of Plant Pathology 22: 375-380.

Mehrabi, M., Mohammadi Goltapeh, E., and Fotouhifar, K. B. 2011. Studies on *Cytospora* canker disease of apple trees in Semirom region of Iran. Agricultural Technology 7: 967-982.

Mehrabi, M., Mohammadi Goltapeh, E., and Fotouhifar, K. B. 2015. Genetic diversity of *Cytospora schulzeri* isolates using RAPD-PCR and MP-PCR markers on apple of Semirom region of Iran. Journal of Crop Protection 4: 441-452.

Miles, N. W., Svircev, A. M., Chong, C., and Biggs, A. R. 1989. Cytospora canker resistance in peach: germplasm evaluation and genetic improvement. Acta Horticulturae 1: 85-90.

Mirzaee, M. R., Mohammadi, M., and Rahimian, H. 2002. *Nattrassia mangiferae*, the cause of die-back and trunk cankers of *Ficus religiosa* and branch wilt of *Psidium guajava* in Iran. Journal of Phytopathology 150: 244-247.

Najafiniya, M. 2016. Management of citrus die-back disease. Plant Pathology Science

5: 26-36 (in Persian).

Namsi, A., Zouba, A., Triki, M. A., Mahmoud, M. O., and Takrouni, M. L. 2010. Study on *Nattrassia mangiferae*, the causal agent of apricot tree decline disease in the Oases of South Tunisia: biology and in vitro evaluation of some fungicides. The African Journal of Plant Science and Biotechnology 4: 88-90.

Natour, R. M., and El-Haideri, H. 1967. Occurrence of branch wilt disease caused by *Henderson ulatoruloidea* in Iraq. Plant Disease Reporter 51: 371–373.

Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrer, A. M., and Fischer, M. 2009. Breeding apple (Malus × Domestica Borkh). pp. 33-81. In: Jain, S. M., and Priyadarshan, P. M. (eds.) breeding plantation tree crops: temperate species. New York, USA. Springer.

Pokharel, R. 2013. Cytospora canker in tree fruit crops. Western Colorado Research Center. Fact Sheet No. 2.953. 6 pp.

Sadowsky, A., Solel, Z., and Sztejnberg, A. 2007. Effect of heat-stress predisposition on the development of *Scytalidium* wilt of "Star Ruby" grapefruit, caused by *Scytalidium lignicola*. European Journal of Plant Pathology 117: 123-127.

Slippers, B., Smit, W. A., Crous, P. W., Coutinho, T. A., Wingfield, B. D., and Wingfield, M. J. 2007. Taxonomy, phylogeny and identification of Botryosphaeriaceae associated with pome and stone fruit trees in South Africa and other regions of the world. Plant Pathology 56: 128-139.

Spielman, L. J. 1985. A monograph of *Valsa* on hardwoods in North America. Canadian Journal of Botany 63: 1355-1387.

Sutton, T. B., Aldwinckle, H. S., Agnello, A. M., and Walgenbach, J. F. 2014. Compendium of apple and pear diseases and pests. 2nd edition. APS Press. St. Paul, Minnesota, USA. 218 pp.

Uhm, J. Y., and Sohn, H. R. 1995. Control of apple *Valsa* canker by localized spraying with neoasozin solution, an arsenic fungicide. Korean Journal of Plant Resources 11: 9-16.

Wang, L., Zang, R., Huang, L. L., Xie, F. Q., and Gao, X. N. 2005. The investigation of apple tree *Valsa* canker in Guanzhong region of Shaanxi province. Journal of Northwest Science and Tech University of Agriculture and Forestry 33: 98-100.